

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-38440

(43)公開日 平成11年(1999)2月12日

(51)Int.Cl.⁸
G 0 2 F 1/136
1/1333
1/1343
H 0 1 L 29/786
21/336

識別記号
5 0 0
5 0 5

F I
G 0 2 F 1/136 5 0 0
1/1333 5 0 5
1/1343
H 0 1 L 29/78 6 1 2 C
6 2 7 A

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-192360

(22)出願日 平成9年(1997)7月17日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 斉藤 尚史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

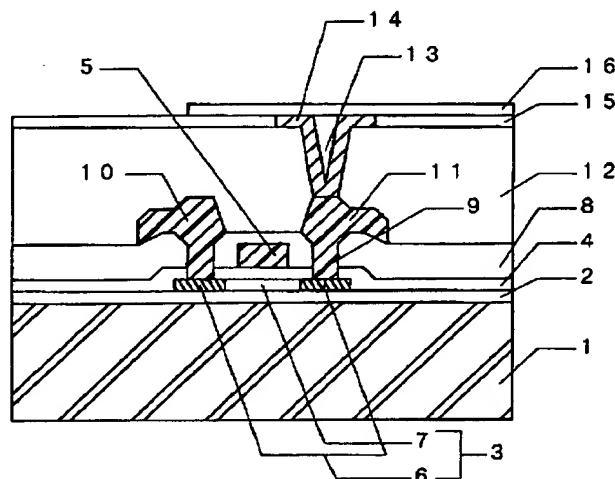
(74)代理人 弁理士 梅田 勝

(54)【発明の名称】 アクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 液晶層の配向の乱れ、および画素電極とドレイン電極との接続不良を低減することができるアクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 絶縁性基板1上にベースコート膜2、活性層3、ゲート絶縁膜4、ゲート電極5を所定の形状に形成する。活性層3にはソース領域およびドレイン領域6とチャネル領域7とを形成する。その後、全面に層間絶縁膜8を形成し、コンタクトホール9を開口して、ソース電極10およびドレイン電極11を形成する。この後、全面に第1の平坦化膜12を形成する。第1の平坦化膜12にコンタクトホール13を開口して、ドレイン電極11に中間電極14を形成する。次に、全面に第2の平坦化膜15を形成する。その後、全面をエッチバックして中間電極14の表面を露出させる。そして、画素電極16を中間電極14に電氣的に接続して、アクティブマトリクス基板を完成させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スイッチング素子を被覆して表面を平坦とする第 1 の平坦化膜と、前記第 1 の平坦化膜に開口されたコンタクトホールを介して前記スイッチング素子と電氣的に接続される中間電極と、前記中間電極と電氣的に接続される画素電極と、を有するアクティブマトリクス型液晶表示装置において、

前記コンタクトホールを開口することによって生じた凹部を埋め、かつ前記中間電極の表面を露出させるとともに、前記中間電極の表面を含む表面が平坦となるように第 2 の平坦化膜が形成され、前記中間電極が露出している部分と電氣的に接続するように前記第 2 の平坦化膜上に前記画素電極が形成されていることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項 2】 前記中間電極は、前記コンタクトホール周辺の前記第 1 の平坦化膜上にも形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項 3】 前記中間電極は、抵抗率において良導体または半導体の酸化膜を表面に形成する金属材料からなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項 4】 前記中間電極は、Mo、Ti、W、Nb、Ni のうちから選ばれる何れか一つであることを特徴とする請求項 3 記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項 5】 前記第 1 の平坦化膜は無機材料からなる絶縁膜であり、前記第 2 の平坦化膜は有機材料からなる絶縁膜であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項 6】 前記第 2 の平坦化膜は、有色または黒色の有機材料からなる絶縁膜であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項 7】 スイッチング素子を被覆して表面を平坦とする第 1 の平坦化膜と、前記第 1 の平坦化膜に開口されたコンタクトホールを介して前記スイッチング素子と電氣的に接続される中間電極と、前記中間電極と電氣的に接続される画素電極と、を有するアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、

前記第 1 の平坦化膜および前記中間電極上に絶縁膜を形成して前記コンタクトホールによる凹部を埋める工程と、

前記中間電極の表面が露出するとともに、前記中間電極の表面を含む表面が平坦となるように前記絶縁膜をエッチングして第 2 の平坦化膜とする工程と、

前記中間電極が露出している部分と電氣的に接続するように前記第 2 の平坦化膜上に前記画素電極を形成する工程と、を有することを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、薄膜トランジスタ（以下、TFTと称する）等のスイッチング素子を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法に関するものであり、特にスイッチング素子と画素電極との接続方法に特徴を有するアクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法に関するものである。

10 【0002】

【従来の技術】 近年、薄型で軽量、かつ低消費電力である利点を有するディスプレイとして液晶表示装置が注目を集めている。中でも、各画素毎にTFT等のスイッチング素子を設け、各画素を制御するようにしたアクティブマトリクス型液晶表示装置は、解像度に優れ、鮮明な画像が得られる等の理由から特に注目されている。

20 【0003】 従来のスイッチング素子としては、非晶質シリコン薄膜を用いたTFTが知られており、このTFTを搭載したアクティブマトリクス型液晶表示装置が数多く商品化されている。

【0004】 現在、この非晶質シリコン薄膜を用いたTFTに代わるスイッチング素子として、画素電極を駆動させるための画素用TFTと、その画素用TFTを駆動させるための駆動回路とを、一つの基板上に一体形成することができる可能性が有る多結晶シリコン薄膜を用いたTFTを形成する技術に大きな期待が寄せられている。

30 【0005】 多結晶シリコン薄膜は、従来のTFTに用いられている非晶質シリコン薄膜に比べて高移動度を有しており、高性能なTFTを形成することが可能である。画素用TFTを駆動させるための駆動回路を一つの安価なガラス基板上に一体形成することが実現されると、従来に比べ、製造コストが大幅に低減されることになる。

40 【0006】 このような多結晶シリコンTFTの活性層となる多結晶シリコン薄膜をガラス基板上に作製する技術としては、ガラス基板上に非晶質シリコン薄膜を堆積した後、600℃程度の温度で数時間～数十時間熱処理して結晶化させる固相成長法、エキシマレーザー等のパルスレーザー光を照射して、その部分の非晶質シリコン薄膜を瞬時に熔融させて再結晶化させるレーザー結晶化法等の方法が提案されている。

【0007】 ところで、前述のアクティブマトリクス型液晶表示装置には、画素電極にITO等の透明導電性薄膜を用いた透過型液晶表示装置と、画素電極に金属膜からなる反射電極を用いた反射型液晶表示装置とが有る。

50 【0008】 本来、液晶表示装置は自発光型のディスプレイではないため、透過型液晶表示装置の場合には、液晶表示装置の背後に照明装置、所謂バックライトを配置

して、そこから入射される光によって表示を行っている。また、反射型液晶表示装置の場合には、外部からの入射光を反射電極によって反射させることで表示を行っている。

【0009】反射型液晶表示装置は、バックライトを使用しないため、消費電力は極めて小さいが、使用環境または使用条件、即ち周囲の明るさ等によって表示の明るさおよびコントラストが左右されてしまうという問題を有している。一方、透過型液晶表示装置の場合は、前述のようにバックライトを用いて表示を行うため、消費電力は大きくなるものの、周囲の明るさ等にさほど影響されることなく、明るく、高いコントラストを有する表示を行える利点がある。

【0010】ところで、前述のようなITO等の透明導電性薄膜または金属膜等からなる画素電極は、TFTのドレイン電極に接続され、隣接するゲート配線およびソース配線と短絡しないように、これらと一定の間隔を有するように形成される。

【0011】近年では、画素電極の有効面積を拡大するために、図8に示すように、TFT51上を含む絶縁性基板52全面に、ポリイミド樹脂またはアクリル樹脂からなる保護膜53を形成し、保護膜53に開口したコンタクトホール54を介して、TFT51のドレイン電極55と保護膜53上に形成された画素電極56とを接続する保護膜上画素電極構造（以下、ピクセル・オン・パッシ構造と呼ぶ）が提案されている。尚、図8において、57はソース電極を示している。

【0012】この方法によると、画素電極56は、保護膜53によってゲート配線およびソース配線と絶縁されることになるため、画素電極56の端部をゲート配線およびソース配線の上方に配置することが可能となり、画素電極56の有効面積、即ち開口率を拡大することができる。また、保護膜53は、TFT51、ゲート配線およびソース配線に起因する段差を容易に平坦化することができるため、液晶層58の配向の乱れを極めて少なくする効果を有している。

【0013】しかしながら、前述の方法では、TFT51、ゲート配線およびソース配線に起因する段差を平坦化するために、保護膜53を1 μ m以上、例えば2~4 μ mの厚みに形成する必要がある。そのため、画素電極56とドレイン電極55とを接続するために開口するコンタクトホール54による段差が大きなものとなり、画素電極56とドレイン電極55との接続が良好に行われないことがある。また、保護膜53を形成することによってTFT51、ゲート配線およびソース配線に起因する段差は低減されるものの、コンタクトホール54に起因する段差が画素電極56の表面にも反映され、画素電極56の一部の領域に大きな段差が生じて液晶層58の配向の乱れが発生し、表示品位の低下を引き起こすことになる。

【0014】そこで、図9に示すように、例えば特公平1-35351号公報または特開平4-220625号公報に開示されているような、コンタクトホール54部分に樹脂からなる保護膜53の表面とほぼ同じ高さとなるように、金属等の導電体59を設ける方法が提案されている。

【0015】これを製造する方法は、TFT51のドレイン電極55上に金属等からなる導電体59を形成し、TFT51等の段差を平坦化する保護膜53を形成した後、導電体59の表面が露出するように保護膜53をエッチングして、画素電極56を接続する方法がある。尚、図9において、52は絶縁性基板、57はソース電極を示している。

【0016】一方、特開平9-15649号公報には、表面を平坦化する絶縁膜を所定の深さだけ掘り下げるようにして、そこに画素電極である金属膜を堆積させ、その表面を研磨して平坦な表面を有する画素電極を得る方法が提案されている。また、特開平8-122761号公報には、隣接する画素電極の間に黒色樹脂を充填して、画素電極の表面とほぼ同じ高さにする方法が提案されている。これらの方法によると、画素電極の表面は平坦な状態となるため、前述のような問題点は発生しない。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】 前述したように、絶縁性基板表面の形状は、液晶層の配向に乱れを生じさせる大きな要因となっている。絶縁性基板表面に凹凸が存在すると、その部分で液晶層の配向に乱れが生じることになるのである。

【0018】最近では、前述したピクセル・オン・パッシ構造によって、TFT、ゲート配線およびソース配線による段差が緩和され、保護膜が形成された時点では絶縁性基板表面には殆ど凹凸が存在しない。しかし、画素電極の膜厚分の段差、および画素電極とドレイン電極とを接続するためのコンタクトホールによる窪みが形成されてしまう。画素電極の膜厚分の段差はせいぜい数千 \AA 程度であるが、コンタクトホールによる窪みは数 μ mであり、画素電極の膜厚分の段差とは比較にならない程の深さである。

【0019】また、ドレイン電極と画素電極との接続を良好なものとするためには、コンタクトホールをテーパ形状に加工すればよいが、TFTの微細化に伴い、コンタクトホールの寸法も微細化していることから、極端なテーパ形状加工が行えない状況にある。つまり、テーパ形状に加工するとコンタクトホールの寸法が大きくなってしまふのである。コンタクトホールの寸法が大きくなると、前述のようにコンタクトホールの窪みが画素電極の表面にも反映され、画素電極の一部の領域に大きな段差が生じて液晶層の配向の乱れが発生し、表示品位の低下を引き起こすことになる。

【0020】さらに、反射型液晶表示装置の場合には、液晶層の配向の乱れ以外にもコンタクトホール部分での反射率の低下が起き、表示品位に影響を及ぼすことになる。これは、コンタクトホールの特に側面部分に形成された画素電極が、他の部分に形成された画素電極とは異なり、傾斜して形成されているためである。そのため、他の部分に形成された画素電極に比べて反射率が低下するのである。特に、画素電極のサイズが微細な場合には影響が顕著となる。

【0021】例えば、画素電極のサイズが $25\mu\text{m}\times 25\mu\text{m}$ であり、コンタクトホールの寸法が $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ であったとすると、コンタクトホールが画素電極に占める割合は4%である。コンタクトホールの開口工程では、エッチングによる寸法シフトが発生しやすく、完成時にコンタクトホールの寸法が $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$ であったとすると、コンタクトホールが画素電極に占める割合は16%にまで達してしまうことになる。このような状況では、ドレイン電極と画素電極との良好な接続を維持しつつ、コンタクトホールの段差に起因する不都合を解消することは容易なことではない。

【0022】前述した従来の方法は、こうした問題を解決するための方法を提案したものであり、特公平1-35351号公報または特開平4-220625号公報に示される方法は、ドレイン電極上に金属等からなる導電体を形成し、TFT等の段差を平坦化する保護膜を形成した後、導電体の表面を露出させるようにして、その部分に画素電極を接続する構成である。そのため、画素電極の表面は平坦な状態となり、コンタクトホールの段差に起因する液晶層の配向の乱れ、および画素電極とドレイン電極との接続不良を低減することができると考えられる。

【0023】しかしながら、この方法では、コンタクトホール部分にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂からなる保護膜の膜厚と同程度の膜厚、即ち $2\sim 4\mu\text{m}$ の膜厚を有する柱状の金属等からなる導電体を形成する必要がある。このような導電体を形成するためには、通常はスパッタリング法またはプラズマCVD法によって導電体を成膜することになると考えられるが、膜厚が厚いため、成膜に長時間を要したり、成膜途中または成膜後に膜剥がれが生じたりすることが容易に想像される。また、仮に正常に成膜が完了したとしても、これをエッチングして柱状にパターニングするには、長時間のエッチングを要することになると考えられ、実際には容易なことではない。

【0024】特開平9-15649号公報に示される方法によると、画素電極を絶縁膜の表面とほぼ同じ高さになるように形成することによって、画素電極の段差を解消することができる。但し、一旦絶縁膜を所定の形状にエッチングによって加工する必要があるが生じる。また、コンタクトホール部分の窪みをなくすようにしようとすれ

ば、前述のように相当厚い金属膜を形成し、それを研磨して絶縁膜の表面とほぼ同じ高さにする工程を必要とする。

【0025】特開平8-122761号公報に示される方法によると、画素電極の段差を解消することができるものの、コンタクトホール部分の窪みを解消することができるかどうかは不明である。

【0026】本発明は、以上のような従来の問題点に鑑みなされたものであって、液晶層の配向の乱れ、および画素電極とドレイン電極との接続不良を低減することができるアクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法を提供することを目的としている。

【0027】

【課題を解決するための手段】前述した目的を達成するために、本発明の請求項1記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、スイッチング素子を被覆して表面を平坦とする第1の平坦化膜と、前記第1の平坦化膜に開口されたコンタクトホールを介して前記スイッチング素子と電気的に接続される中間電極と、前記中間電極と電気的に接続される画素電極と、を有するアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記コンタクトホールを開口することによって生じた凹部を埋め、かつ前記中間電極の表面を露出させるとともに、前記中間電極の表面を含む表面が平坦となるように第2の平坦化膜が形成され、前記中間電極が露出している部分と電気的に接続するように前記第2の平坦化膜上に前記画素電極が形成されていることを特徴としている。

【0028】請求項2記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、請求項1記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記中間電極は、前記コンタクトホール周辺の前記第1の平坦化膜上にも形成されていることを特徴としている。

【0029】請求項3記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、請求項1または請求項2記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記中間電極は、抵抗率において良導体または半導体の酸化膜を表面に形成する金属材料からなることを特徴としている。

【0030】請求項4記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、請求項3記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記中間電極は、Mo、Ti、W、Nb、Niのうちから選ばれる何れか一つであることを特徴としている。

【0031】請求項5記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、請求項1乃至請求項4記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記第1の平坦化膜は無機材料からなる絶縁膜であり、前記第2の平坦化膜は有機材料からなる絶縁膜であることを特徴としている。

【0032】請求項6記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、請求項1乃至請求項5記載のアクティブ

10

20

30

40

50

マトリクス型液晶表示装置において、前記第 2 の平坦化膜は、有色または黒色の有機材料からなる絶縁膜であることを特徴としている。

【0033】請求項 7 記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法は、スイッチング素子を被覆して表面を平坦とする第 1 の平坦化膜と、前記第 1 の平坦化膜に開口されたコンタクトホールを介して前記スイッチング素子と電氣的に接続される中間電極と、前記中間電極と電氣的に接続される画素電極と、を有するアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、前記第 1 の平坦化膜および前記中間電極上に絶縁膜を形成して前記コンタクトホールによる凹部を埋める工程と、前記中間電極の表面が露出するとともに、前記中間電極の表面を含む表面が平坦となるように前記絶縁膜をエッチングして第 2 の平坦化膜とする工程と、前記中間電極が露出している部分と電氣的に接続するように前記第 2 の平坦化膜上に前記画素電極を形成する工程と、を有することを特徴としている。

【0034】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置によれば、コンタクトホールを開口することによって生じた凹部を埋め、かつ中間電極の表面を露出させるとともに、中間電極の表面を含む表面が平坦となるように第 2 の平坦化膜が形成され、中間電極が露出している部分と電氣的に接続するように第 2 の平坦化膜上に画素電極が形成されていることにより、コンタクトホールを開口することによって生じた凹部を埋めて平坦にすることができ、画素電極の表面に液晶分子の配向を乱すような凹凸を生じることがない。

【0035】また、中間電極がコンタクトホール周辺の第 1 の平坦化膜上にも形成されていることにより、中間電極の露出する表面積が多くなるため、画素電極との導通を良好にすることができる。

【0036】さらに、中間電極が抵抗率において良導体または半導体の酸化膜を表面に形成する金属材料からなることにより、画素電極を形成する際に中間電極が酸化雰囲気中に晒されて中間電極の表面に酸化膜が形成された場合であっても、この酸化膜は絶縁性ではないため、スイッチング素子と画素電極との接続を良好に行うことができる。

【0037】さらに、中間電極が Mo、Ti、W、Nb、Ni のうちから選ばれる何れか一つであることが、スイッチング素子と画素電極との接続を良好に行うことができるため好ましい。

【0038】また、第 1 の平坦化膜は無機材料からなる絶縁膜であり、第 2 の平坦化膜は有機材料からなる絶縁膜であることにより、コンタクトホールを開口したことによって生じた凹部および中間電極の段差を十分に平坦にすることができるため、その上に形成される画素電極の表面を十分に平坦にすることができる。有機材料からなる第 2 の平坦化膜は、SiO₂または SiN_x等の無機

材料からなる第 1 の平坦化膜上に形成されるため、良好な密着性を有するとともに、無機材料からなる第 1 の平坦化膜によって外部からの汚染から TFT が保護される。

【0039】さらに、第 2 の平坦化膜が有色または黒色の有機材料からなる絶縁膜であることにより、隣接する画素電極の間隙を遮光することができるため、外部からの光が TFT に到達することを防止するとともに、画素電極の裏面側での反射を抑制することができる。

10 【0040】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法によれば、第 1 の平坦化膜および中間電極上に絶縁膜を形成してコンタクトホールによる凹部を埋める工程と、中間電極の表面が露出するとともに、中間電極の表面を含む表面が平坦となるように絶縁膜をエッチングして第 2 の平坦化膜とする工程と、中間電極が露出している部分と電氣的に接続するように第 2 の平坦化膜上に画素電極を形成する工程と、を有することにより、画素電極の表面に液晶分子の配向を乱すような凹凸を生じさせない構造を容易に形成することができる。

20 【0041】

【発明の実施の形態】図 1 乃至図 8 を用いて、本発明の実施の形態について説明する。図 1 は本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置のアクティブマトリクス基板を示す断面図、図 2 は本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置のアクティブマトリクス基板を示す平面図である。尚、図 1 は、図 2 の A-A 線における断面図である。

30 【0042】図 1 および図 2 に示すように、ガラス等の絶縁性基板 1 上に SiO₂膜等からなるベースコート膜 2 を形成し、ベースコート膜 2 上にシリコン薄膜からなる TFT の活性層 3 を所定の形状に形成する。活性層 3 上には SiO₂膜等の絶縁膜を形成し、ゲート絶縁膜 4 を形成する。ゲート絶縁膜 4 上には Al 等の金属材料からなるゲート電極 5 を所定の形状に形成する。活性層 3 には不純物イオンを注入したソース領域およびドレイン領域 6 と、ゲート電極 5 の下方の領域に不純物イオンを注入していないチャネル領域 7 とを形成する。

40 【0043】その後、全面に絶縁膜を形成して層間絶縁膜 8 を形成する。ソース領域およびドレイン領域 6 の上方の層間絶縁膜 8 およびゲート絶縁膜 4 にはコンタクトホール 9 を開口し、Al 等の金属材料からなるソース電極 10 およびドレイン電極 11 を形成して、ソース領域およびドレイン領域 6 に接続する。

【0044】この後、全面にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂等を塗布して第 1 の平坦化膜 12 を形成する。第 1 の平坦化膜 12 にコンタクトホール 13 を開口して、ドレイン電極 11 に ITO 等の透明導電性薄膜、Al 等の金属膜、Ti または Ta 等の高融点金属膜からなる中間電極 14 を形成する。

50 【0045】次に、全面にポリイミド樹脂またはアクリ

ル樹脂等を塗布して第2の平坦化膜15を形成する。その後、全面をエッチバックして中間電極14の表面を露出させる。そして、ITO等の透明導電性薄膜またはAl等の金属膜からなる画素電極16を中間電極14に電氣的に接続して、アクティブマトリクス基板を完成させる。

【0046】図示していないが、この後全面に配向膜を形成し、配向処理を施した後、カラーフィルターおよび対向電極等を形成した対向側基板を貼り合わせ、両基板間に液晶を注入してアクティブマトリクス型液晶表示装置を完成させる。

【0047】本発明によると、第2の平坦化膜15によってコンタクトホール13に起因する凹状の窪み部分を埋め、中間電極14に画素電極16を接続するような構成であるため、画素電極16の表面に液晶分子の配向を乱すような凹凸を生じさせることがない。

【0048】また、本発明はこのような構成のアクティブマトリクス型液晶表示装置を製造するに際し、従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置またはTFTを製造するために用いられる成膜方法およびエッチング方法を有効に組み合わせることによって簡便に製造することができるものであり、従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置またはTFTの製造工程になかった特殊な方法を用いる必要がなく、従来の製造装置をそのまま用いて製造することができる利点を有している。

【0049】(実施の形態1) 図3および図4を用いて、本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法の詳細を説明する。図3は本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程を示す断面図、図4は図3の続きを示す断面図である。

【0050】図3(a)に示すように、ガラス基板等の絶縁性基板1上にTFTを周知の方法によって作製する。作製方法は概ね以下の通りである。

【0051】まず、絶縁性基板1にSiO₂膜等からなるベースコート膜2をスパッタリング法またはプラズマCVD法によって堆積させる。次に、多結晶シリコン薄膜または非晶質シリコン薄膜等を例えば30~50nm程度の膜厚に堆積させる。堆積された膜が非晶質シリコン薄膜の場合は、上方からレーザー光を照射して多結晶化する。多結晶化したシリコン薄膜を所定の形状にパターニングし、TFTの活性層3とする。

【0052】次いで、活性層3上にSiO₂膜等の絶縁膜を堆積させてゲート絶縁膜4を形成し、活性層3上にはゲート絶縁膜4を介してAl等の金属材料からなるゲート電極5を所定の形状に形成する。

【0053】次いで、活性層3にゲート電極5をマスクとして不純物イオンを注入し、その後注入した不純物イオンを活性化するための加熱処理を施して、ソース領域およびドレイン領域6を形成する。ゲート電極5の下方の領域には、不純物イオンを注入していないチャネル領

域7が形成される。

【0054】その後、全面にSiO₂またはSiN_x膜等を堆積して層間絶縁膜8を形成する。ソース領域およびドレイン領域6の上方の層間絶縁膜8およびゲート絶縁膜4にコンタクトホール9を開口し、Al等の金属材料からなるソース電極10およびドレイン電極11を形成してソース領域およびドレイン領域6に接続する。このようにしてTFTを製造する。

【0055】本実施の形態では、多結晶シリコン薄膜を活性層3に用いたコプラナ型TFTについて説明したが、非晶質シリコン薄膜を活性層3に用いた逆スタガ型TFTであっても差し支えない。

【0056】この後、全面にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂等を塗布して第1の平坦化膜12を形成する。本実施の形態では、樹脂にオプトマーSS（日本合成ゴム社製）を用いて、2~4μm、例えば最大で2μmの厚みになるように塗布形成した。尚、本実施の形態で第1の平坦化膜12として用いた材料は一例であり、同等の他の材料を用いても差し支えない。

【0057】次に、ドレイン電極11の上方の第1の平坦化膜12にコンタクトホール13を開口する。コンタクトホール13の開口には、酸素ガスによるドライエッチングを用いることができる。本実施の形態では、酸素ガス流量400sccm、高周波電力600W、ガス圧力20mTorrの条件でエッチングを行い、コンタクトホール13を形成した。

【0058】その後、抵抗率において良導体または半導体の酸化膜を表面に形成する金属材料を堆積し、所定の形状にパターニングして中間電極14を形成する。中間電極14は、コンタクトホール13の底面および内面に形成されるとともに、第1の平坦化膜12の表面上にも形成される。

【0059】本実施の形態では、コンタクトホール13のサイズを5μm×5μmとして、中間電極14をコンタクトホール13の端から周囲に3μm程度延在させて形成した。このコンタクトホール13の端から周囲に延在された部分に画素電極が接続されることになる。製造時の寸法シフト等が無いと仮定すると、この部分の面積は96μm²となり、直接画素電極を接続する場合に比べて約4倍の接触面積を確保できることになる。

【0060】中間電極14としては、ドレイン電極11と良好なコンタクトを形成し、かつ電気抵抗が低い等の条件を満足する金属材料を用いる。

【0061】AlまたはAl合金を中間電極14として用いると、電気抵抗は低い、画素電極との接続不良が発生する場合がある。一般に金属は大気中でその表面に極薄い自然酸化膜を形成する場合が多い。また、Alの酸化膜であるAl₂O₃の抵抗率は1×10²²Ωcmである。つまり、Alの酸化膜であるAl₂O₃は、高い絶縁性を有しているのである。これは、Alの酸化膜が電極

間の接続不良を発生させる原因なり得ることを示唆しており、AlまたはAl合金からなる中間電極14の表面に何らかの影響によって酸化膜が形成され、画素電極との接続不良が発生するものと推測できる。

【0062】このことから、AlまたはAl合金を中間電極14として用いた場合の画素電極との接続不良の原因について検討した結果、スパッタリング法によってITO等からなる画素電極を形成する際に、酸化雰囲気であるスパッタリング装置のチャンバー内でAlの酸化膜の形成が促進されてしまうためであるとの結論を得た。

【0063】この中間電極14の表面に形成される酸化膜は極薄いものであるが、画素電極を形成した後に、この酸化膜のみを除去することは不可能である。したがって、本発明のように、中間電極14を形成した後に有機絶縁膜を形成して酸素ガスを用いたエッチングを行い、スパッタリング法によってITO等からなる画素電極を形成する工程を有していることを考慮すれば、AlまたはAl合金を中間電極14として用いることは不適である。

【0064】以上のことから、中間電極14としては、低抵抗率であり、かつその表面に形成される酸化膜が抵抗率において良導体または半導体である金属材料を用いる。例えば、Mo、W、Ni等が十分に低い抵抗率を有している。これらに比べるとTiは抵抗率が高いが、中間電極14は補助的な電極であるため、抵抗率の値は許容される範囲内であり、むしろTiの金属材料としての安定性等を考慮すれば、中間電極14として用いる金属材料としては有力である。また、W、Ni、Tiの酸化膜であるWO₂、NiO、Ti₂O₃等の抵抗率は、Al₂O₃に比べてはるかに低い。特に、Nb、Moの酸化膜であるNbO、MoO₂は、良好な導電性を有している。

【0065】このように、中間電極14として、抵抗率が十分に低く、かつ酸化膜の抵抗率が低いMo、Ti、W等の金属材料を用いることにより、有機絶縁膜のエッチングまたはITO等からなる画素電極を形成する際のスパッタリング時に、中間電極14の表面が酸化雰囲気に晒されても、安定した電氣的接続状態を得ることができる。

【0066】次に、図3(b)に示すように、全面にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂等を塗布して第2の平坦化膜15を形成する。第2の平坦化膜15はコンタクトホール13による凹部と中間電極14との段差を平坦にする程度の膜厚でよい。

【0067】本実施の形態では、第1の平坦化膜12と同じオプトマーSSを用いて、1~2μm、例えば1μmの厚みになるように塗布形成した。尚、本実施の形態で第2の平坦化膜15として用いた材料は一例であり、同等の他の材料を用いても差し支えない。

【0068】次に、図4(c)に示すように、第2の平

坦化膜15の全面をエッチングして中間電極14の表面を露出させる。この工程では、フォトレジスト等のマスクを用いることなく全面をエッチングする。これをエッチバック工程と称している。エッチングには前述の酸素ガスによるドライエッチングを用いた。本工程により、コンタクトホール13に起因する凹部は第2の平坦化膜15によって埋められると同時に、エッチングによって中間電極14の表面が露出する。

【0069】次に、図4(d)に示すように、ITO等の透明導電性薄膜またはAl等の金属膜を堆積させ、所定の形状にパターニングして画素電極16を形成する。中間電極14の表面は前述のエッチバック工程によって露出しており、本工程によって画素電極16と接続され、アクティブマトリクス基板が完成する。

【0070】本実施の形態では、第1の平坦化膜12として樹脂による絶縁膜を用いたが、第2の平坦化膜15が樹脂膜であるため、第1の平坦化膜12は必ずしも樹脂膜である必要はなく、SiO₂膜等であっても差し支えない。また、中間電極14をドレイン電極11に接続するように形成したが、直接TFTのドレイン領域に接続するように形成してもよい。

【0071】図示していないが、この後全面に配向膜を形成し、配向処理を施した後、カラーフィルターおよび対向電極等を形成した対向側基板を貼り合わせ、両基板間に液晶を注入してアクティブマトリクス型液晶表示8装置を完成させる。

【0072】(実施の形態2)図5乃至図7を用いて、本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の他の例を説明する。図5は本発明の他のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程を示す断面図、図6は図5の続きを示す断面図、図7はTFT近傍での入射光の様子を説明する断面図である。

【0073】図5(a)に示すように、ガラス基板等の絶縁性基板1上にTFTを周知の方法によって作製する。作製方法は概ね以下の通りである。

【0074】まず、絶縁性基板1にSiO₂膜等からなるベースコート膜2をスパッタリング法またはプラズマCVD法によって堆積させる。次に、多結晶シリコン薄膜または非晶質シリコン薄膜等を例えば30~50nm程度の膜厚に堆積させる。堆積された膜が非晶質シリコン薄膜の場合は、上方からレーザー光を照射して多結晶化する。多結晶化したシリコン薄膜を所定の形状にパターニングし、TFTの活性層3とする。

【0075】次いで、活性層3上にSiO₂膜等の絶縁膜を堆積させてゲート絶縁膜4を形成し、活性層3上にはゲート絶縁膜4を介してAl等の金属材料からなるゲート電極5を所定の形状に形成する。

【0076】次いで、活性層3にゲート電極5をマスクとして不純物イオンを注入し、その後注入した不純物イオンを活性化するための加熱処理を施して、ソース領域

およびドレイン領域6を形成する。ゲート電極5の下方の領域には、不純物イオンを注入していないチャネル領域7が形成される。

【0077】その後、全面に SiO_2 または SiN_x 膜等を堆積して層間絶縁膜8を形成する。ソース領域およびドレイン領域6の上方の層間絶縁膜8およびゲート絶縁膜4にコンタクトホール9を開口し、Al等の金属材料からなるソース電極10およびドレイン電極11を形成してソース領域およびドレイン領域6に接続する。このようにしてTFTを製造する。

【0078】本実施の形態では、多結晶シリコン薄膜を活性層3に用いたコプラナ型TFTについて説明したが、非晶質シリコン薄膜を活性層3に用いた逆スタガ型TFTであっても差し支えない。

【0079】この後、全面にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂等を塗布して第1の平坦化膜12を形成する。本実施の形態では、樹脂にオプトマーSS（日本合成ゴム社製）を用いて、2~4 μm 、例えば最大で2 μm の厚みになるように塗布形成した。

【0080】次に、ドレイン電極11の上方の第1の平坦化膜12にコンタクトホール13を開口する。コンタクトホール13の開口には、酸素ガスによるドライエッチングを用いることができる。本実施の形態では、酸素ガス流量400sccm、高周波電力600W、ガス圧力20mTorrの条件でエッチングを行い、コンタクトホール13を形成した。

【0081】その後、抵抗率において良導体または半導体の酸化膜を表面に形成する金属材料であるMo、Ti、W、Nb、Niのうちの一つを堆積し、所定の形状にパターニングして中間電極14を形成する。

【0082】次に、図5(b)に示すように、全面に黒色の樹脂等を塗布して第2の平坦化膜15を形成する。第2の平坦化膜15はコンタクトホール13による凹部と中間電極14との段差を平坦にする程度の膜厚でよい。

【0083】本実施の形態では、カラーモザイクCK（富士ハント社製）を用いて、1~2 μm 、例えば1 μm の厚みになるように塗布形成した。この工程では、第2の平坦化膜15に黒色の樹脂膜を用いることが最も好ましいが、黒色の樹脂膜の代わりに黒色に近い有色の樹脂膜を用いても、ある程度の効果を得ることができる。

【0084】次に、図6(c)に示すように、第2の平坦化膜15の全面をエッチングして中間電極14の表面を露出させる。エッチングには前述の酸素ガスによるドライエッチングを用いた。本工程により、コンタクトホール13に起因する凹部は第2の平坦化膜15によって埋められると同時に、エッチングによって中間電極14の表面が露出する。

【0085】次に、図6(d)に示すように、Al等の金属膜を堆積させ、所定の形状にパターニングして画素

電極16を形成する。中間電極14の表面は前述のエッチバック工程によって露出しており、本工程によって画素電極16と接続され、アクティブマトリクス基板が完成する。

【0086】本実施の形態では、第1の平坦化膜12として樹脂による絶縁膜を用いたが、第2の平坦化膜15が樹脂膜であるため、第1の平坦化膜12は必ずしも樹脂膜である必要はなく、 SiO_2 膜等であっても差し支えない。また、中間電極14をドレイン電極11に接続するように形成したが、直接TFTのドレイン領域に接続するように形成してもよい。

【0087】図示していないが、この後全面に配向膜を形成し、配向処理を施した後、カラーフィルターおよび対向電極等を形成した対向側基板を貼り合わせ、両基板間に液晶を注入してアクティブマトリクス型液晶表示装置を完成させる。

【0088】本実施の形態によると、図7に示すように、第2の平坦化膜15に黒色の樹脂膜を用いることにより、隣接する画素電極16との間隙を遮光することができるとともに、仮に液晶表示装置内に光が入射したとしても画素電極16の裏面側での内部反射光の再反射を防止することができる。

【0089】尚、実施の形態1および実施の形態2では、コプラナ型TFTを用いて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明は、ボトムゲート型TFTまたは逆スタガ型TFTにも適用することができるものである。また、TFTの活性層として、多結晶シリコン薄膜以外にも微結晶シリコン薄膜または非晶質シリコン薄膜等を用いることができることは言うまでもない。

【0090】（実施の形態3）本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の他の例を説明する。尚、TFTの製造工程等は、前述した実施の形態1および実施の形態2と同様であるため、説明を省略する。

【0091】TFTを形成した後、 SiO_2 または SiN_x 等の無機材料からなる絶縁膜を堆積して第1の平坦化膜とし、第1の平坦化膜にコンタクトホールを開口して、中間電極を形成する。次に、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂または黒色の樹脂等を塗布して第2の平坦化膜を形成する。

【0092】第2の平坦化膜は、表面の凹凸、コンタクトホールによる凹部および中間電極の段差を平坦にする程度の膜厚でよく、1~2 μm 、例えば1 μm の厚みになるように塗布形成する。また、第2の平坦化膜の材料としては、オプトマーSS、黒色の樹脂の場合はカラーモザイクCKを用いるが、同等の他の材料を用いても差し支えない。

【0093】本実施の形態によれば、無機材料からなる第1の平坦化膜の上に有機材料からなる第2の平坦化膜を形成しているため、有機材料同士を積層する場合に比

べて第1の平坦化膜と第2の平坦化膜との密着性が良好なものとなり、膜剥がれ等を生じることがない。また、絶縁性が良好な無機絶縁膜を下層に設けているため、画素電極とTFTとの短絡が生じにくくなるとともに、上層に形成する有機絶縁膜または外部からの不純物がTFTに到達することを防止することができる。

【0094】

【発明の効果】以上の説明のように、本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置によれば、コンタクトホールを開口することによって生じた凹部を埋め、かつ中間電極の表面を露出させるとともに、中間電極の表面を含む表面が平坦となるように第2の平坦化膜が形成され、中間電極が露出している部分と電氣的に接続するように第2の平坦化膜上に画素電極が形成されていることにより、画素電極の表面に液晶分子の配向を乱すような凹凸を生じることがないため、良好な表示品位を得ることができる。また、画素電極が反射電極の場合は、コンタクトホール部分での反射率の低下を大幅に抑制することができる。

【0095】また、中間電極がコンタクトホール周辺の第1の平坦化膜上にも形成されていることにより、中間電極の露出する表面積が多くなるため、画素電極との電氣的接続をより確実なものとすることができる。

【0096】さらに、中間電極が抵抗率において良導体または半導体の酸化膜を表面に形成する金属材料からなることにより、中間電極の表面に酸化膜が形成された場合であってもこの酸化膜は絶縁性ではないため、スイッチング素子と画素電極との電氣的接続を良好に行うことができる。

【0097】さらに、中間電極がMo、Ti、W、Nb、Niのうちから選ばれる何れか一つであることにより、スイッチング素子と画素電極との電氣的接続を良好に行うことができる。

【0098】また、第1の平坦化膜は無機材料からなる絶縁膜であり、第2の平坦化膜は有機材料からなる絶縁膜であることにより、画素電極の表面を十分に平坦にすることができるため、良好な表示品位を得ることができる。

【0099】さらに、第2の平坦化膜が有色または黒色の有機材料からなる絶縁膜であることにより、外部からの光がTFTに到達することを防止するとともに、画素電極の裏面側での反射を抑制することができるため、外部光の入射によるTFT特性の劣化を防止することができる。

【0100】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法によれば、第1の平坦化膜および中間電極上に絶縁膜を形成してコンタクトホールによる凹部を埋める工程と、中間電極の表面が露出するとともに、中間電極の表面を含む表面が平坦となるように絶縁膜をエッチングして第2の平坦化膜とする工程と、中間電極が

露出している部分と電氣的に接続するように第2の平坦化膜上に画素電極を形成する工程と、を有することにより、画素電極の表面に液晶分子の配向を乱すような凹凸を生じさせない構造を、特殊な方法および特別な製造装置を用いることなく容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置のアクティブマトリクス基板を示す断面図である。

【図2】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置のアクティブマトリクス基板を示す平面図である。

【図3】(a)および(b)は本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程を示す断面図である。

【図4】(c)および(d)は図3の続きを示す断面図である。

【図5】(a)および(b)は本発明の他のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程を示す断面図である。

【図6】(c)および(d)は図5の続きを示す断面図である。

【図7】TFT近傍での入射光の様子を説明する断面図である。

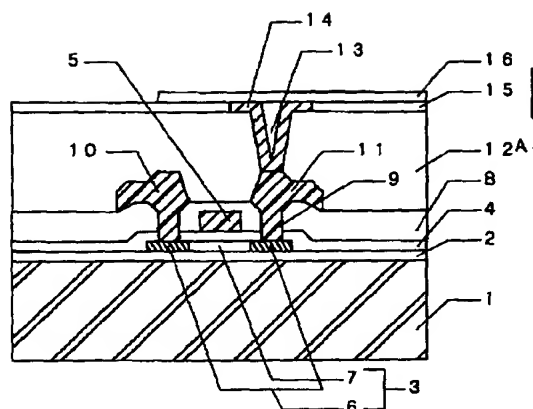
【図8】ピクセル・オン・パッシ構造を説明する断面図である。

【図9】従来の画素電極の平坦化技術を説明する断面図である。

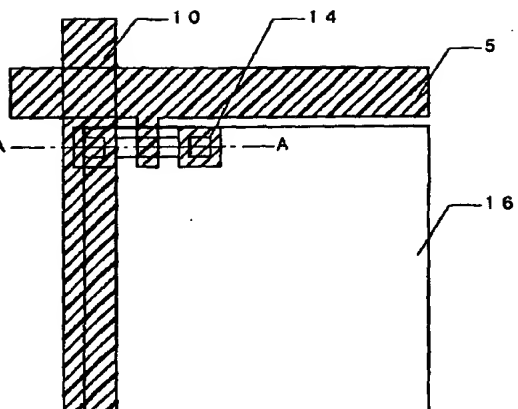
【符号の説明】

- | | |
|------|----------------|
| 1 | 絶縁性基板 |
| 2 | ベースコート膜 |
| 3 | 活性層 |
| 4 | ゲート絶縁膜 |
| 5 | ゲート電極 |
| 6 | ソース領域およびドレイン領域 |
| 7 | チャネル領域 |
| 8 | 層間絶縁膜 |
| 9、13 | コンタクトホール |
| 10 | ソース電極 |
| 11 | ドレイン電極 |
| 12 | 第1の平坦化膜 |
| 14 | 中間電極 |
| 15 | 第2の平坦化膜 |
| 16 | 画素電極 |
| 51 | TFT |
| 52 | 絶縁性基板 |
| 53 | 保護膜 |
| 54 | コンタクトホール |
| 55 | ドレイン電極 |
| 56 | 画素電極 |
| 57 | ソース電極 |
| 58 | 液晶層 |
| 59 | 導電体 |

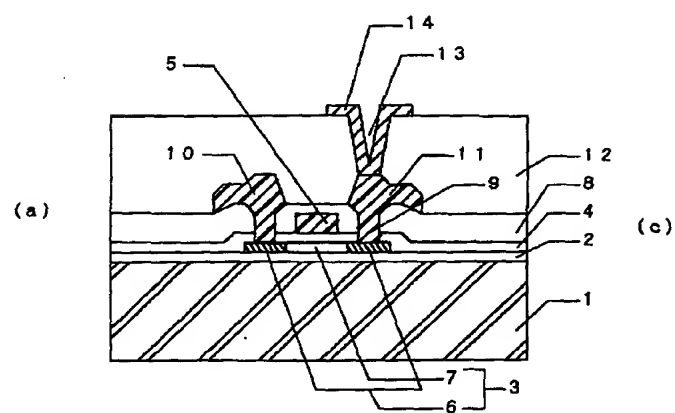
【図1】



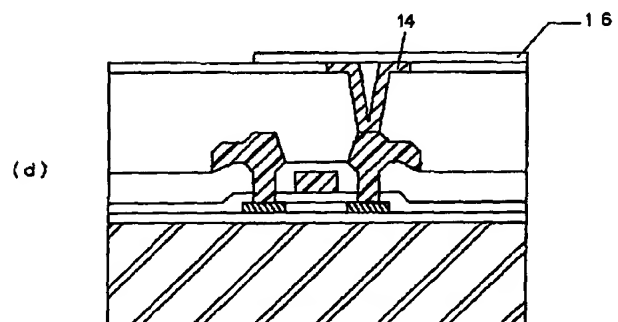
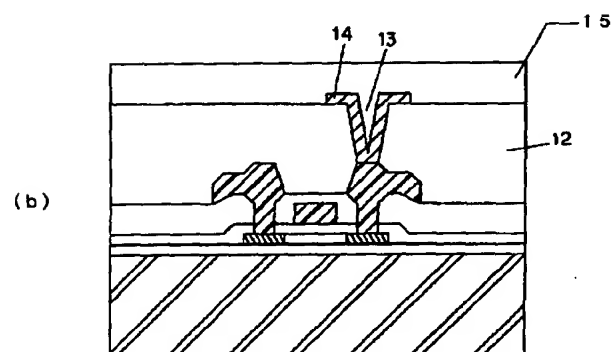
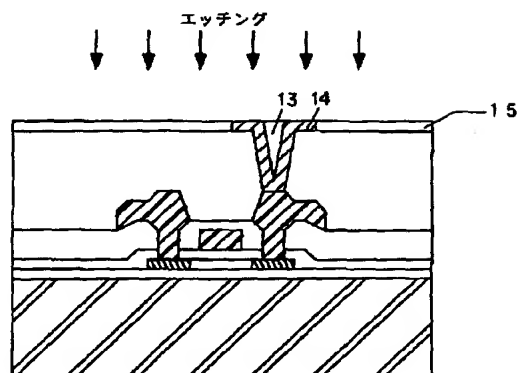
【図2】



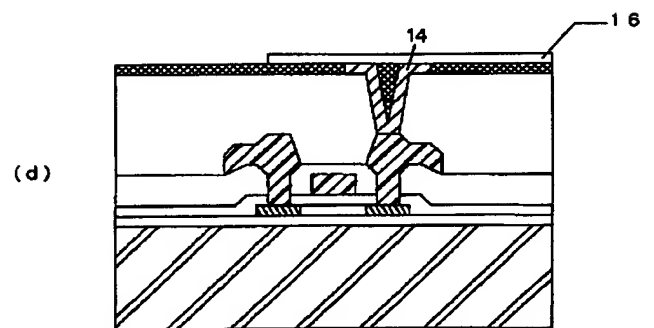
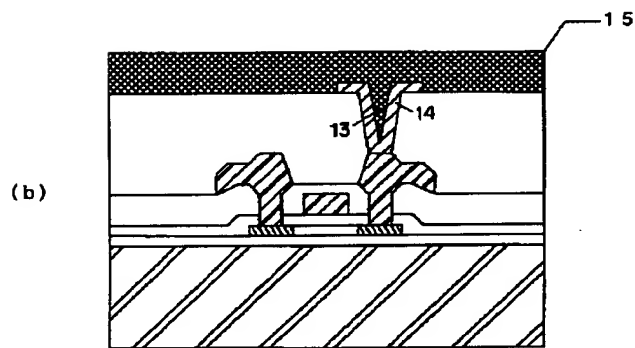
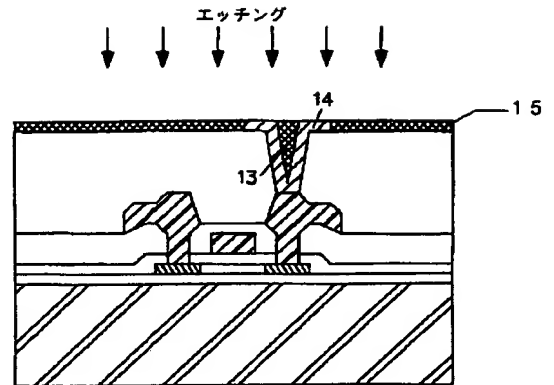
【図3】



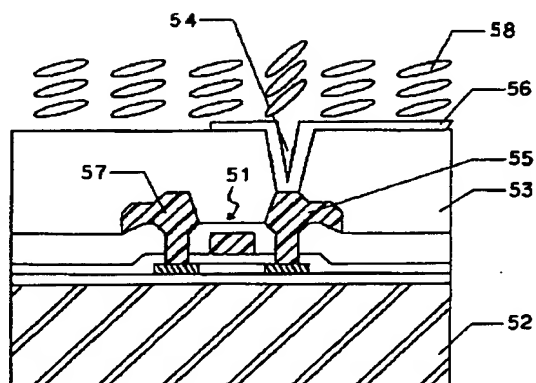
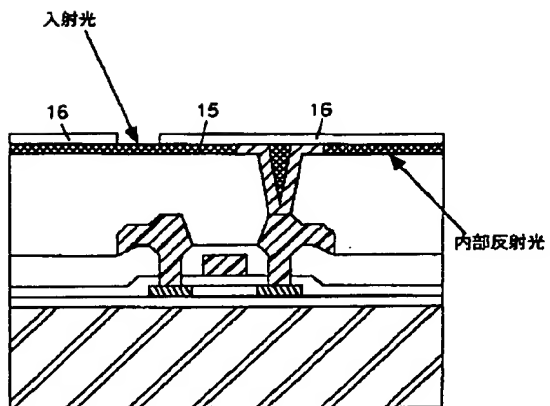
【図4】



【図 6】



【图 8】



【図 9】

